

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**



PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the U.S. Postal Service as first class mail in an envelope addressed to Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450 on May 10, 2004.

Stephen D. Burbach

Appl No. : 09/700,572 Confirmation No. 6028  
Applicant : Karl-Heinz Munzke, et al.  
Filed : November 15, 2000  
Title : METHOD AND DEVICE FOR AUTOMATIC DETECTION AND  
TESTING OF GEOMETRIC AND /OR TEXTURAL  
CHARACTERISTICS OF AN OBJECT

TC/A.U. : 2877  
Examiner : Gordon J. Stock Jr.

Docket No. : 40954/SDB/E43  
Customer No. : 23363

SUBMISSION OF VERIFIED TRANSLATION OF PRIORITY DOCUMENT

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Post Office Box 7068  
Pasadena, CA 91109-7068  
May 10, 2004

Commissioner:

Attached is a verified translation of the priority document in the above-referenced U.S. patent application.

Respectfully submitted,  
CHRISTIE, PARKER & HALE, LLP

By

Stephen D. Burbach  
Reg. No. 40,285  
626/795-9900

SDB/cah  
CAH PAS564526.1--05/10/04 1:30 PM



IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADE MARK OFFICE

VERIFICATION OF TRANSLATION

I, Michael Wallace Richard Turner, Bachelor of Arts, Chartered Patent Attorney, European Patent Attorney, of 1 Horsefair Mews, Romsey, Hampshire SO51 8JG, England, do hereby declare that I am conversant with the English and German languages and that I am a competent translator thereof;

I verify that the attached English translation is a true and correct translation made by me of the attached documents in the German language;

I further declare that all statements made herein of my own knowledge are true and that all statements made on information and belief are believed to be true; and further that these statements were made with the knowledge that willful false statements and the like so made are punishable by fine or imprisonment or both under Section 1001 of Title 18 of the United States Code and that such willful false statements may jeopardize the validity of the application or any patent issued thereon.

Date: March 22, 2004

M W R Turner

M W R Turner

Bi-Ber Bilderkennungssysteme  
GmbH Berlin  
12587 Berlin

15th May 1998

Gesellschaft zur Förderung  
angewandter Informatik e. V.  
12484 Berlin

BIB48.1

---

Method and apparatus for automated detection and checking of geometrical  
and/or textural features of an object

---

9 pages of description  
5 pages with 15 claims  
1 page of Abstract  
3 sheets of drawings

Description

The invention concerns a method as set forth in the classifying portion of claim 1 and an apparatus for carrying out the method.

The invention lies in the technical field of checking various views of 5 an object, which is to be carried into effect for example in the process of circuit production and assembly.

In regard to circuit production and assembly it is particularly necessary to check the prints on the top side of circuits in terms of their existence there and their quality (discernibility) in order to prevent 10 confusions from occurring. In addition it is necessary to measure the connections ('terminal or connection legs') which are disposed at the underside of the circuits, to ascertain whether they all lie within a predetermined tolerance range in one plane so that for example in a subsequent soldering process they can be simultaneously and reliably 15 involved with the solder. That checking operation or ascertaining the deviation of the ends of the terminal legs from a flat contact surface is referred to as coplanarity checking. This coplanarity checking operation can be effected from a side view on to the rows of terminal legs at the sides of the circuit.

20 Automatic reading of plain text on products is state of the art; see for example R Koy-Oberthür: 'Übersicht industrieller Anwendungen der Klarschrift- und Barcode-Identifikation', Symposium: Aktuelle Entwicklungen und Realisierungen der Bildverarbeitung, 11th and 12th September 1997, Aachen, Ministerium für Wirtschaft, Mittelstand und 25 Technologie des Landes Nordrhein-Westfalen. The aim pursued by that procedure is to recognise the individual symbols contained in the script, but not to derive an assessing measurement in terms of the readability afforded in any way thereby. It is precisely this however that is necessary and appropriate for such situations if the content of the printing is known 30 per se but its potential readability has to be guaranteed, for example for liability and monitoring situations.

The lecture by T Schroeter: 'Einsatz der Bildverarbeitung zur Druckvollständigkeitskontrolle' at the same Symposium described a method which detects the completeness of printing, that is to say checks it for

missing characters. That method makes use of the so-called histogram information. The method described herein assesses the printed area without deriving an evaluation in terms of the readability of the identification.

5 It is also known to implement a coplanarity check on circuits by means of optical methods with which gap widths can be measured. In the procedure described by Qtec in 'Industrielle Bildverarbeitung/Maschine Vision', VDM, Robotik Automation, Maschinenbau Verlag GmbH, Frankfurt/Main. 1997, an image is taken from the underside of the circuit to  
10 be checked, that image permitting a view on to shadows cast by the rows of connection legs. A disadvantage in this respect is that evaluation is effected only from one image which is recorded directly from an individual side of the object to be monitored, and thus it is not possible also to implement a print quality check. The location of the shadow of a connection  
15 leg to be measured, on a base surface, is moreover influenced not only by the distance therefrom from the base surface (on which the shadow is cast) but also the location of the connection leg over that base surface, and moreover the specific shape of the connection leg, from which major errors can result. Furthermore, with this procedure, a plurality of individual light  
20 sources are required to produce an evaluable shadow image.

The coplanarity monitoring unit SMD9000 from Trigon Adcotech uses five CCD-cameras for recording the images to be evaluated, for monitoring coplanarity, one for each side view and one for a plan view. A disadvantage in this respect is the high level of technical complication and expenditure  
25 arising out of the number of cameras required, and the fact that the individual views are not linked to each other.

Therefore the object of the present invention is to provide a method and an apparatus which make it possible at relatively low cost to detect and check in interrelated manner structural and/or textural features of an  
30 object in a plurality of views, more especially in a plan view and in side views.

In regard to its method aspect that object is attained by a method having the features of claim 1 and in regard to its apparatus aspect by an apparatus having the features recited in claim 7.

The invention involves the technical teaching of obtaining from a single viewing position by means of suitable optical means an overall image constructed from partial images of various views of the object with a level of resolution which is sufficient for simultaneous structure and texture 5 checking.

The partial images are substantially simultaneously recorded and at least partially brought together optically at the same time to form an overall image showing all views, in which the boundaries of the partial images can be seen, and that is evaluated in the boundaries of the partial 10 images separately - that is to say with different evaluation means or in terms of different parameters.

In a preferred embodiment all partial images are assembled optically and recorded by precisely one image-recording device, wherein in the overall image the regions of the partial images are so positioned and 15 characterised, in particular using the storage unit and/or the evaluation unit, in such a way that they can be associated for the evaluation procedure with the individual views.

Checking the object is made easier in many uses if in at least one additional step the scene is recorded without an object and/or with a 20 reference object which has predetermined parameters in regard to the features, and the corresponding overall image is stored in the storage device for comparison and calibration purposes.

In a procedure which is expedient especially for coplanarity checking of circuits or similar objects, firstly in the regions of the overall image which 25 show side views on to the object, analysis of the gray value distributions is effected to ascertain locations in which parts (to be checked in terms of coplanarity) of the object come very close to a substrate. Subsequently the light quantity which passes through between the object and the substrate and which is reflected at the pixels as an intensity value is detected and, 30 utilising the intensity values, the local light quantity pattern or configuration which characterises the width of a gap between the object and the substrate is determined. Finally the light quantity pattern or configuration can be converted into a gap width in accordance with a predetermined algorithm, utilising calibration information. The rule for

conversion of an intensity pattern as between object and support is advantageously implemented on the basis of a spline approximation, the determination of rise values and calibration, in such a way that an area proportion under the spline curve determines the value of the gap width

5 between the object and the support surface.

In a region of the overall image (which for example shows the plan view of a circuit), for the purposes of detecting a texture and especially for checking the readability of a characterisation or identification, preferably by means of image processing, using convolution filters, areas with severe

10 local intensity differences are emphasised, detected and quantified in terms of their dimensions, the result of the quantification operation in the above-mentioned areas is compared to given values and subsequently quality information is derived in respect of the texture or identification.

The apparatus according to the invention preferably includes a single

15 image-recording device, relative to which the object is positioned in such a way that it fills only a part of its field of view, wherein arranged in remaining parts of the field of view are beam-deflection devices which produce images of side views of the object on the image-recording device.

The beam-deflection devices are so positioned that they respectively

20 produce an image of a given view of the object, but do not influence the other views (especially the plan view on to the object).

The means for beam deflection have in particular prisms or mirrors which are fixed or displaceable and which can have surfaces which are optionally curved for specific uses. In addition or alternatively thereto they

25 may have a light guide arrangement (one or more glass fiber bundles).

Associated with at least one of the beam-deflection devices are means for altering the imaging scale of at least one partial image with respect to at least one other partial image, in particular a lens arrangement.

30 Furthermore the apparatus preferably includes - especially for coplanarity checking procedures - a lighting device which in particular has a light diffuser device for producing a regular light flux under the object, which is arranged behind (from the point of view of the beam-deflection device) projecting parts of the object.

For those checking procedures, there is provided a flat support surface for the object, and the beam-deflection means are substantially arranged in the plane of the support surface in such a way that there is a view parallel to the support surface, permitting checking of the coplanarity 5 of a plurality of parts of the object, which are towards the support surface. In that case the arrangement can preferably be interrupted in such a way that the free spaces permit a view on to the underside of the object.

For recording a plan view, in a preferred feature a further lighting device which is suitable specifically for evaluating the recognisability of a 10 surface texture is then arranged over the object.

Advantageous embodiments of the invention are also set forth in the appendant claims, and the description hereinafter with reference to the accompanying drawings in which:

Figure 1 shows a diagrammatic simplified view of the overall 15 structure of an embodiment of an apparatus according to the invention,

Figure 2 shows an overall image of an example of an object to be checked, with a plan view and side views recorded from a viewing position,

Figure 4 is a view of part of a further embodiment with advantageously arranged lighting devices for producing top light and 20 relative transillumination, and

Figure 5 shows a view of the intensity profile of a gap section between a support and a projecting part of an object, which is towards same.

Figure 1 is a diagrammatic view showing the principle of the overall 25 structure of an apparatus for checking features, which can be recognised in side views and a plan view, of an object 1, from a single viewing position. The apparatus includes a CCD-camera 2 as an image-recording device, with an objective lens 2a which has a field of view 3, a support surface 4, prisms 5 for beam deflection purposes and lenses 6 for beam formation in respect 30 of the deflected radiation, as well as an image evaluation and storage unit 7. A lighting device is not shown; the apparatus by way of example accordingly operates with diffuse ambient light.

The camera 2 records an overall image of the object 1, which is composed of a plurality of partial images of various views of the object. The

light which is reflected from the top side 1a of the object and which passes directly into the objective lens 2a produces a partial image of the plan view, and the light which is reflected from the side surfaces 1b and which is deflected by the prisms 5 into the objective lens of the camera produces 5 partial images corresponding to the side views. The lenses 6 produce a change in the imaging scale or the detailing of the recorded image in the parts of the beam path which are influenced by the lenses, that is to say in the partial images of the side views.

The camera 2 transmits the overall image in the form of an electrical 10 signal pattern to the image evaluation and storage device 7 (not described in greater detail herein) which for example can be embodied by a personal computer. The image evaluation and storage unit 7 determines the boundaries and demarcation of the partial images and, using image processing and image evaluation methods which are known per se but 15 which are specifically adapted to the features to be checked in the partial images, extracts relevant items of information and parameters from the partial images, and prepares them for comparative evaluation.

Figure 2 shows a typical overall image 11 of a circuit in the field of view 10 of the camera, the image having been recorded by the camera 2 in 20 the apparatus shown in Figure 1 and stored in the image evaluation and storage unit 7. The overall image 10 comprises five partial images, more specifically the partial image 11a of the plan view and the partial images 11b through 11e of the side views. Printing 12 on the top side of the circuit stands out clearly in its intensity from the intensity of the ambient light. 25 The images of the side views are formatively influenced by superposition structures 13 which include elements 14 which are caused by gaps of different widths between the legs of the circuit 1 and the support 4. The superposition structures are evaluated by means of special image processing methods as already referred to hereinbefore and used for a 30 checking procedure in respect of coplanarity of the circuit connections.

Figure 3 shows a detail of a modified embodiment of the arrangement shown in Figure 1, in which, in addition to the components illustrated therein, there are provided two lighting devices 8a, 8b for producing top light on the surface of the object 1 and for producing

transmission light for the side views of the legs 1.1 of the circuit 1, the transmission light being rendered diffuse by a light diffuser device 9.

Figure 4 shows a spline curve  $S$  for the variation in intensity in the pixels of the digitised partial image of a side view for one of the gaps 5 between a leg and the support. The area  $A_S$  under the spline curve  $S$ , defined by the rise points  $X_0$  and  $X_1$ , is used in the context of a specific image evaluation procedure for the side view partial image for computation of the gap width as a coplanarity parameter.

CLAIMS

1. A method for automated detection and checking of geometrical and/or textural features of an object (1) in various views, in particular in side views (1b) and a plan view (1a), using an opto-electronic image-recording device (2) as well as a storage and evaluation unit (7) for image processing and image evaluation, wherein quality or state assessment of the object is effected by a comparison with parameters which are predetermined in respect of the individual features, characterised in that

- a plurality of partial images (11a through 11e) of the object are substantially simultaneously recorded by means of a number of image-recording devices and beam-deflection means (5), which number is smaller than the plurality of partial images, and at least partially optically assembled at the same time to form an overall image (11) which shows all views and in which the boundaries of the partial images can be recognised, and

- the overall image is evaluated separately for checking the individual features in the boundaries of the partial images.

2. A method as set forth in claim 1 characterised in that all partial images (11a through 11e) are assembled optically and recorded by precisely one image-recording device (2).

3. A method as set forth in claim 1 or claim 2 characterised in that in the overall image (11) the regions of the partial images are so positioned and identified, using the storage and evaluation unit (7), that they can be associated with the individual views (1a, 1b).

4. A method as set forth in one of the preceding claims characterised in that in at least one additional step the scene is recorded without object (1) and/or with a reference object which has predetermined parameters in respect of the features and the corresponding overall image (11) is put in the storage and evaluation unit (7) for comparison and calibration purposes.

5. A method as set forth in one of the preceding claims characterised in that

- in the regions (11b through 11e) of the overall image, which show side views (1b) on to the object (1), locations at which the object comes very close to a support surface (4) are ascertained by analysis of the gray value distributions,
- subsequently the light quantity which passes through between the object and the support surface and which is reflected in the pixels as an intensity value is detected,
- the local light quantity pattern characterising the width of a gap between the object and the support surface is determined using the intensity values, and
- the light quantity pattern is converted in accordance with a predetermined algorithm using calibration information into a gap width which is present between the object and the support surface.

6. A method as set forth in one of the preceding claims characterised in that in a region (11a) of the overall image which shows in particular a plan view (1a), by means of image processing, using convolution filters, areas with severe local intensity differences are emphasised, detected and quantified in respect of their dimensions.

7. A method as set forth in one of the preceding claims characterised in that integrated into the overall image (11) is a representation of the side of the object (1) which is remote from the or all image-recording device or devices (2) and which is in particular towards the support surface (4).

8. An apparatus for automated detection and checking of geometrical and/or textural features of an object (1) in various views (1a, 1b), in particular in side views and a plan view, comprising an opto-electronic image-recording device (2) and a storage and evaluation unit (7) for image processing and image evaluation, characterised in that there are provided optical means (5) for beam deflection, by means of which a

plurality of partial images (11a through 11e) of the object are substantially simultaneously recorded by a number of image-recording devices, which number is smaller than the plurality of partial images, and are at least partially assembled optically at the same time to form an overall image (11) which shows all views and in which the boundaries of the partial images are recognisable.

9. An apparatus as set forth in claim 8 characterised in that there is provided a single image-recording device (2), relative to which the object (1) is positioned in such a way that it fills only a partial region of its field of view which is determined by the viewing angle (3), and that disposed in remaining parts of the field of view are beam-deflection devices (5) which project side views (1b) of the object on to the image-recording device.

10. An apparatus as set forth in claim 8 or claim 9 characterised in that the beam-deflection means have prisms (5) or mirrors which in particular are displaceable and/or have curved surfaces.

11. An apparatus as set forth in claim 8 or claim 9 characterised in that the beam-deflection beams have a light guide device.

12. An apparatus as set forth in one of claims 8 through 11 characterised in that associated with at least one of the beam-deflection means are means (6) for changing the imaging scale of at least one partial image with respect to at least one other partial image, in particular a lens arrangement.

13. An apparatus as set forth in one of claims 8 through 12 characterised by a lighting device (8a, 8b, 9) which in particular has a light diffuser device (9) for producing a uniform light flux under the object (1), which is arranged behind projecting parts (1.1) of the object.

14. An apparatus as set forth in one of claims 8 through 13 characterised in that there is provided a flat support surface (4) for the

object and the beam-deflection means (5) are arranged substantially in the plane of the support surface in such a way that there is a view parallel to the support surface, which permits checking of the coplanarity of a plurality of parts (1.1) of the object, which are towards the support surface.

15. An apparatus as set forth in claim 13 or claim 14 characterised in that the light diffuser device (9) is interrupted in such a way as to permit a view on to the side of the object (1), which is remote from the or all image-recording device or devices (2).

Abstract

A method for automated detection and checking of geometrical and/or textural features of an object (1) in various views (1a, 1b), in particular in side views and a plan view, using an opto-electronic image-recording device (2) as well as a storage and evaluation unit (7) for image processing and image evaluation, wherein quality or state assessment of the object is effected by a comparison with parameters which are predetermined in respect of the individual features and wherein a plurality of partial images of the object are substantially simultaneously recorded by means of a number of image-recording devices and beam-deflection means, which number is smaller than the plurality of partial images, and at least partially optically assembled at the same time to form an overall image which shows all views and in which the boundaries of the partial images can be recognised, and the overall image is evaluated separately for checking the individual features in the boundaries of the partial images.

Figure 1

Bi-Ber Bilderkennungssysteme  
GmbH Berlin  
12587 Berlin

15. Mai 1998

Gesellschaft zur Förderung  
angewandter Informatik e.V.  
12484 Berlin

BIB48.1

---

**Verfahren und Vorrichtung zur automatisierten Erfassung  
und Prüfung von geometrischen und/oder texturellen  
Merkmälern eines Objektes**

---

- 9 Seiten Beschreibung
- 5 Seiten mit 15 Ansprüchen
- 1 Seite Zusammenfassung
- 3 Seite Zeichnungen

. / .

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 und eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

Die Erfindung liegt auf dem technischen Gebiet der Prüfung 5 verschiedener Ansichten eines Objektes, die beispielsweise im Prozeß der Schaltkreisfertigung und -konfektionierung durchzuführen ist.

Bei der Schaltkreisfertigung und -konfektionierung ist es 10 insbesondere notwendig, die auf der Oberseite von Schaltkreisen befindlichen Aufdrucke auf ihr Vorhandensein und auf ihre Qualität (Erkennbarkeit) hin zu prüfen, um Verwechslungen auszuschließen. Außerdem ist es notwendig, die an der Unterseite der Schaltkreise befindlichen Anschlüsse ("Beinchen") dahingehend zu vermessen, ob sie 15 alle innerhalb eines vorgegebenen Toeranzbereiches in einer Ebene liegen, damit sie z. B. in einem nachfolgenden Lötprozeß vom Lot gleichzeitig und sicher erfaßt werden können. Diese Prüfung bzw. die Erfassung der Abweichung der Enden der Beinchen von einer ebenen Auflagefläche, wird 20 als Koplanaritätsprüfung bezeichnet. Diese Koplanaritätsprüfung kann aus der Seitensicht auf die Beinchenreihen an den Seiten des Schaltkreises erfolgen.

Das automatische Lesen von auf Produkten aufgebrachter Klarschrift ist Stand der Technik; vgl. etwa R. Koy- 25 Oberthür: "Übersicht industrieller Anwendungen der Klarschrift- und Barcode-Identifikation", Symposium: Aktuelle Entwicklungen und Realisierungen der Bildverarbeitung, 11. u. 12. September 1997, Aachen, Ministerium für Wirtschaft, Mittelstand und Technologie des Landes Nordrhein-

. / .

Westfalen. Mit dieser Lösung wird das Ziel verfolgt, die einzelnen in der Schrift enthaltenen Symbole zu erkennen, nicht aber ein bewertendes Maß für deren überhaupt gegebene Lesbarkeit ableiten. Gerade dies ist aber in solchen 5 Fällen notwendig und vernünftig, wenn der Inhalt des Aufdruckes an sich bekannt ist, aber dessen potentielle Lesbarkeit, z. B. für Haftungs- und Kontrollfälle garantiert sein muß.

Im Vortrag von T. Schroeter: "Einsatz der Bildverarbeitung 10 zur Druckvollständigkeitskontrolle" auf dem gleichen Symposium wird ein Verfahren beschrieben, das die Vollständigkeit eines Aufdruckes feststellt, d. h. diesen auf fehlende Zeichen hin kontrolliert. Dieses Verfahren nutzt die sogenannte Histogramminformation aus. Das hier beschriebene 15 Verfahren schätzt die bedruckte Fläche ab, ohne eine Bewertung für die Lesbarkeit der Kennzeichnung abzuleiten.

Bekannt ist auch, eine Koplanaritätsprüfung von Schaltkreisen mit Hilfe optischer Verfahren durchzuführen, mit denen Spaltbreiten vermessen werden können. In der in 20 "Industrielle Bildverarbeitung/Machine Vision", VDMA, Fachgemeinschaft Robotik + Automation, Maschinenbau Verlag GmbH, Frankfurt/M. 1997, von QTec beschriebenen Lösung wird hierbei aus der Untersicht des zu kontrollierenden Schaltkreises ein Bild aufgenommen, das die Sicht auf 25 Schattenwürfe der Beinchenreihen zuläßt. Hierbei ist nachteilig, daß die Auswertung nur aus einem direkt von einer einzelnen Seite des zu kontrollierenden Objektes aufgenommenen Bild heraus erfolgt und daß somit auch keine Schriftqualitätskontrolle erfolgen kann. Der Ort des 30 Schattens eines zu vermessenden Beinchens auf einer Grundfläche wird im übrigen nicht nur durch dessen Abstand von

.//.

der Grundfläche (auf der sich der Schatten abbildet), sondern auch von dem Ort des Beinchens über dieser Grundfläche sowie von der konkreten Form des Beinchens beeinflußt, woraus erhebliche Fehler resultieren können. Darüber hin- 5 aus werden bei dieser Lösung mehrere einzelne Lichtquellen benötigt, um ein auswertbares Schattenbild zu erzeugen.

Das Koplanaritätskontrollgerät SMD9000 der Firma Trigon Adcotech verwendet fünf CCD-Kameras zur Aufnahme der auszuwertenden Bilder zur Kontrolle der Koplanarität, eine 10 für jede Seitensicht und eine für die Draufsicht. Nachteilig ist hierbei der sich aus der Anzahl der benötigten Kameras ergebende hohe technische Aufwand sowie das Nicht-Aneinandergebundensein der einzelnen Sichten.

Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Ver- 15 fahren und eine Vorrichtung zu schaffen, die es gestatten, mit relativ geringem Aufwand strukturelle und/oder texturelle Merkmale eines Objektes in mehreren Ansichten, speziell in der Draufsicht und in Seitensichten, zusammenhängend zu erfassen und zu prüfen.

20 Die Aufgabe wird hinsichtlich ihres Verfahrensaspekts durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und hinsichtlich ihres Vorrichtungsaspekts durch eine Vorrichtung mit den im Anspruch 7 angegebenen Merkmale gelöst.

Die Erfindung schließt die technische Lehre ein, aus einer 25 einzelnen Sichtposition heraus mittels geeigneter optischer Mittel ein aus Teilbildern verschiedener Ansichten des Objektes konstruiertes Gesamtbild mit für die gleichzeitige Struktur- und Texturprüfung hinreichender Auflösung zu gewinnen.

./..

Die Teilbilder werden im wesentlichen gleichzeitig aufgenommen und mindestens teilweise auf optischem Wege zeitgleich zu einem alle Ansichten zeigenden Gesamtbild zusammengefügt, in dem die Grenzen der Teilbilder erkennbar 5 sind, und dieses wird in den Grenzen der Teilbilder separat - d.h. mit unterschiedlichen Auswertungsmitteln bzw. auf unterschiedliche Parameter hin - ausgewertet.

In einer bevorzugten Ausführung werden alle Teilbilder auf optischem Wege zusammengefügt und durch genau eine Bild-10 aufnahmeeinrichtung aufgenommen, wobei in dem Gesamtbild die Bereiche der Teilbilder insbesondere unter Einsatz der Speichereinheit und/oder der Auswertungseinheit so positioniert und gekennzeichnet werden, daß sie für die Auswertung den einzelnen Ansichten zugeordnet werden können.

15 Die Prüfung des Objekts wird in vielen Anwendungen erleichtert, wenn in mindestens einem zusätzlichen Schritt die Szene ohne Objekt und/oder mit einem Referenzobjekt, das hinsichtlich der Merkmale vorbestimmte Parameter aufweist, aufgenommen und das entsprechende Gesamtbild zu 20 Vergleichs- und Kalibrierzwecken in der Speichereinrichtung abgelegt wird.

In einem speziell für die Koplanaritätsprüfung von Schaltkreisen oder ähnlichen Objekten zweckmäßigen Vorgehen werden zunächst in den Bereichen des Gesamtbildes, die Seitenansichten auf das Objekt zeigen, durch Analyse der Grauwertverteilungen Orte ermittelt, in denen (auf Koplanarität zu prüfende) Teile des Objekts einer Unterlage sehr nahe kommen. Nachfolgend wird die zwischen Objekt und Unterlage hindurchtretende und in den Bildpunkten als Intensitätswert wiedergespiegelte Lichtmenge erfaßt und unter Nutzung der Intensitätswerte der die Breite eines 30

./..

Spaltes zwischen dem Objekt und der Unterlage charakterisierende lokale Lichtmengenverlauf bestimmt. Schließlich kann der Lichtmengenverlauf nach einem vorbestimmten Algorithmus unter Nutzung von Kalibrierinformation in eine 5 Spaltweite umgerechnet werden. Die Vorschrift für die Umrechnung eines Intensitätsverlaufes zwischen Objekt und Auflage erfolgt vorteilhaft auf Basis einer Splineapproximation, der Bestimmung von Anstiegswerten sowie der Kalibrierung so, daß ein Flächenanteil unter der Splinekurve 10 den Wert der Spaltweite zwischen Objekt und Auflagefläche bestimmt.

In einem Bereich des Gesamtbildes (der beispielsweise die Draufsicht eines Schaltkreises zeigt) werden zur Erkennung einer Textur und speziell zur Prüfung der Lesbarkeit einer 15 Kennzeichnung bevorzugt mittels Bildverarbeitung unter Einsatz von Faltungsfiltern Gebiete mit starken lokalen Intensitätsunterschieden hervorgehoben, erfaßt und in ihren Abmaßen quantifiziert, das Quantifizierungsergebnis in den erwähnten Gebieten mit gegebenen Werten verglichen und 20 nachfolgend Qualitätsaussagen für die Textur bzw. Kennzeichnung abgeleitet.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung umfaßt bevorzugt eine einzelne Bildaufnahmeeinrichtung, relativ zu der das Objekt derart positioniert ist, daß es nur einen Teilbereich 25 ihres Sichtfeldes ausfüllt, wobei in verbleibenden Teilen des Sichtfeldes Strahlumlenkeinrichtungen angeordnet sind, die Seitenansichten des Objektes auf die Bildaufnahmeeinrichtung abbilden.

Die Strahlumlenkeinrichtungen sind so positioniert, daß 30 sie jeweils eine bestimmte Ansicht des Objekts abbilden,

./..

aber die übrigen Ansichten (speziell die Draufsicht auf das Objekt) nicht beeinflussen.

Die Mittel zur Strahlumlenkung weisen insbesondere Prismen oder Spiegel auf, die feststehend oder verstellbar sein 5 und in für spezielle Anwendungen wahlweise gekrümmte Oberflächen haben können. Außerdem oder alternativ hierzu können sie eine Lichtleitereinrichtung (ein oder mehrere Glasfaserbündel) aufweisen.

Mindestens einer der Strahlumlenkungeinrichtungen sind 10 Mittel zur Änderung des Abbildungsmaßstabes mindestens eines Teilbildes gegenüber mindestens einem anderen Teilbild, insbesondere eine Linsenanordnung, zugeordnet.

Die Vorrichtung umfaßt - speziell für Koplanaritätsprüfungen - weiterhin bevorzugt eine Beleuchtungseinrichtung, 15 die insbesondere eine Lichtstreueneinrichtung zur Erzeugung eines gleichmäßigen Lichtflusses unter dem Objekt aufweist, welche (aus Sicht der Strahlumlenkeinrichtung) hinter) vorstehenden Teilen des Objekts angeordnet ist.

Für diese Prüfungen ist eine ebene Auflagefläche für das 20 Objekt vorgesehen, und die Strahlumlenkmittel sind im wesentlichen derart in der Ebene der Auflagefläche angeordnet, daß eine die Prüfung der Koplanarität von mehreren der Auflagefläche zugewandten Teilen des Objekts erlaubende Sicht parallel zur Auflagefläche gegeben ist. Hierbei 25 kann bevorzugt so durchbrochen sein, daß die Freiräume eine Sicht auf die Unterseite des Objektes zulassen.

Für die Aufnahme einer Draufsicht ist dann bevorzugt eine weitere, speziell für die Beurteilung der Erkennbarkeit

./..

einer Oberflächentextur geeignete, Beleuchtungseinrichtung über dem Objekt angeordnet.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich im übrigen aus den Unteransprüchen sowie aus der nachfolgenden Beschreibung unter Verweis auf die angefügten Zeichnungen. Von der Figuren zeigen:

Figur 1 eine schematische, vereinfachte Darstellung des Gesamtaufbaus einer Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung,

10 Figur 2 ein Gesamtbild eines Beispiels für ein zu prüfendes Objekt mit aus einer Sichtposition aufgenommenen Seitenansichten und Draufsicht,

15 Figur 4 ein Ausschnittsdarstellung einer weiteren Ausführungsform mit vorteilhaft angeordneten Beleuchtungseinrichtungen zur Erzeugung von Drauflicht und relativem Durchlicht und

20 Figur 5 die Darstellung des Intensitätsprofiles eines Spaltenschnittes zwischen einer Auflage und einem dieser zugewandten vorstehenden Teil eines Objektes.

Fig. 1 zeigt in einer schematischen Prinzipdarstellung den Gesamtaufbau einer Vorrichtung zum Prüfen von in den Seitenansichten und der Draufsicht erkennbaren Merkmalen eines Objektes 1 aus einer einzelnen Sichtposition. Die Vorrichtung umfaßt eine CCD-Kamera 2 als Bildaufnahmeeinrichtung mit einem Objektiv 2a, das ein Gesichtsfeld 3 hat, eine Auflagefläche 4, Prismen 5 zur Strahlumlenkung und Linsen 6 zur Strahlformung der umgelenkten Strahlung sowie eine

./..

Bildauswertungs- und -speichereinheit 7. Eine Beleuchtungseinrichtung ist nicht gezeigt; die Beispielvorrichtung arbeitet demgemäß mit diffusem Umgebungslicht.

Die Kamera 2 nimmt ein Gesamtbild des Objektes 1 auf, das  
5 sich aus mehreren Teilbildern verschiedener Ansichten des  
Objektes zusammensetzt. Das von der Oberseite 1a des Ob-  
jekts reflektierte, direkt in das Objektiv 2a gelangende  
Licht erzeugt ein Teilbild der Draufsicht, und das von den  
Seitenflächen 1b reflektierte und durch die Prismen 5 in  
10 das Kameraobjektiv umgelenkte Licht erzeugt den Seitenan-  
sichten entsprechende Teilbilder. Die Linsen 6 bewirken  
eine Änderung des Abbildungsmaßstabes bzw. der Detail-  
liertheit der Aufnahme in den durch sie beeinflußten Tei-  
len des Strahlenganges, d.h. in den Teilbildern der Sei-  
15 tenansichten.

Die Kamera 2 leitet das Gesamtbild in Form eines elektri-  
schen Signalmusters an die (hier nicht höher erläuterte)  
Bildauswertungs- und Speichereinrichtung 7 weiter, die  
beispielsweise durch einen Personalcomputer realisiert  
20 sein kann. Die Bildauswertungs- und -speichereinheit 7 be-  
stimmt die Abgrenzung der Teilbilder und extrahiert unter  
Anwendung an sich bekannter, aber auf die zu prüfenden  
Merkmale in den Teilbildern spezifisch abgestimmter Metho-  
den der Bildverarbeitung und Bildauswertung aus den Teil-  
25 bildern relevante Informationen und Parameter und stellt  
diese für eine vergleichende Auswertung bereit.

Fig. 2 zeigt ein typisches, durch die Kamera 2 in der Vor-  
richtung nach Fig. 1 aufgenommenes und in der Bildauswer-  
tungs- und -speichereinheit 7 gespeichertes Gesamtbild 11  
30 eines Schaltkreises im Gesichtsfeld 10 der Kamera. Das Ge-

. / ..

samtbild 10 umfaßt fünf Teilbilder, nämlich das Teilbild 11a der Draufsicht und die Teilbilder 11b bis 11e der Seitenansichten. Ein auf der Oberseite des Schaltkreises befindlicher Aufdruck 12 hebt sich in seiner Intensität von 5 der Intensität des Umgebungslichtes deutlich ab. Die Bilder des Seitenansichten sind durch Überlagerungsstrukturen 13 geprägt, die Elemente 14 umfassen, welche durch Spalten unterschiedlicher Breite zwischen den Beinchen des Schaltkreises 1 und der Auflage 4 verursacht sind. Die Überlagerungsstrukturen werden mittels spezieller, weiter oben bereits erwähnter Methoden der Bildverarbeitung ausgewertet 10 und für eine Prüfung der Koplanarität der Schaltkreisan schlüsse benutzt.

Fig. 3 zeigt ein Detail einer modifizierten Ausführung der 15 Anordnung aus Fig. 1, bei der zusätzlich zu den dort gezeigten Komponenten zwei Beleuchtungseinrichtungen 8a, 8b zur Erzeugung von Drauflicht an der Oberfläche des Objektes 1 und zur Erzeugung von - durch eine Lichtstreu einrichtung 9 diffus gemachtem - Durchlicht für die Seitenansichten der Beinchen 1.1 des Schaltkreises 1 vorgesehen 20 sind.

Fig. 4 zeigt eine Splinekurve  $S$  für den Intensitätsverlauf in den Pixeln des digitalisierten Teilbildes einer Seitenansicht für einen der Spalte zwischen Beinchen und Auflage. 25 Die Fläche  $A_s$  unter der Splinekurve  $S$ , begrenzt durch die Anstiegspunkte  $X_0$  und  $X_1$ , wird im Rahmen einer spezifischen Bildauswertung des Seitenansichts-Teilbildes zur Berechnung der Spaltbreite als Koplanaritätsparameter genutzt.

**Ansprüche**

1. Verfahren zur automatisierten Erfassung und Prüfung von geometrischen und/oder texturellen Merkmalen eines Objektes (1) in verschiedenen Ansichten, insbesondere in Seitenansichten (1b) und einer Draufsicht (1a), unter Nutzung einer optoelektronischen Bildaufnahmeeinrichtung (2) sowie einer Speichereinheit und Auswertungseinheit (7) zur Bildverarbeitung und Bildauswertung, wobei durch einen Vergleich mit bezüglich der einzelnen Merkmale vorgegebenen Parametern eine Qualitäts- bzw. Zustandsbeurteilung des Objektes erfolgt

**dadurch gekennzeichnet**, daß

- eine Mehrzahl von Teilbildern (11a bis 11e) des Objektes mittels einer gegenüber der Mehrzahl der Teilbilder kleineren Anzahl von Bildaufnahmeeinrichtungen sowie von Mitten (5) zur Strahlumlenkung im wesentlichen gleichzeitig aufgenommen und mindestens teilweise auf optischem Wege zeitgleich zu einem alle Ansichten zeigenden Gesamtbild (11) zusammengefügt wird, in dem die Grenzen der Teilbilder erkennbar sind, und
- 20 - das Gesamtbild zur Prüfung der einzelnen Merkmale in den Grenzen der Teilbilder separat ausgewertet wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß alle Teilbilder (11a bis 11e) auf optischem Wege zusammengefügt und durch genau eine Bildaufnahmeeinrichtung (2) aufgenommen werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß in dem Gesamtbild (11) die Bereiche der Teilbilder unter Einsatz der Speicher- und Auswertungseinheit (7) so positioniert und gekennzeichnet werden, daß 5 sie den einzelnen Ansichten (1a, 1b) zugeordnet werden können.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß in mindestens einem zusätzlichen Schritt die Szene ohne Objekt (1) und/oder mit einem 10 Referenzobjekt, das hinsichtlich der Merkmale vorbestimmte Parameter aufweist, aufgenommen und das entsprechende Gesamtbild (11) zu Vergleichs- und Kalibrierzwecken in der Speicher- und Auswertungseinheit (7) abgelegt wird.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, 15 **dadurch gekennzeichnet**, daß

- in den Bereichen (11b bis 11e) des Gesamtbildes, die Seitenansichten (1b) auf das Objekt (1) zeigen, durch Analyse der Grauwertverteilungen Orte, an denen das Objekt einer Auflagefläche (4) sehr nahe kommt, ermittelt werden,
- 20 - nachfolgend die zwischen Objekt und Auflagefläche hindurchtretende und in den Bildpunkten als Intensitätswert wiedergespiegelte Lichtmenge erfaßt,
- unter Nutzung der Intensitätswerte der die Breite eines Spaltes zwischen dem Objekt und der Auflagefläche charak- 25 terisierende lokale Lichtmengenverlauf bestimmt und
- der Lichtmengenverlauf nach einem vorbestimmten Algo- rithmus unter Nutzung von Kalibrierinformation in eine

./..

zwischen Objekt und Auflagefläche vorliegende Spaltweite umgerechnet wird.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß in einem Bereich (11a) des Gesamtbildes, der insbesondere eine Draufsicht (1a) zeigt, mittels Bildverarbeitung unter Einsatz von Faltungsfiltern Gebiete mit starken lokalen Intensitätsunterschieden hervorgehoben, erfaßt und in ihren Abmaßen quantifiziert werden.

10 7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß in das Gesamtbild (11) eine Darstellung der der oder allen Bildaufnahmeeinrichtung/en (2) abgewandten und insbesondere der Auflagefläche (4) zugewandten Seite des Objektes (1) integriert wird.

15 8. Vorrichtung zur automatisierten Erfassung und Prüfung von geometrischen und/oder texturellen Merkmalen eines Objektes (1) in verschiedenen Ansichten (1a, 1b), insbesondere in Seitenansichten und einer Draufsicht, mit einer optoelektronischen Bildaufnahmeeinrichtung (2) und einer Speicher- und Auswertungseinheit (7) zur Bildverarbeitung und Bildauswertung,  
**dadurch gekennzeichnet**, daß optische Mittel (5) zur Strahlumlenkung vorgesehen sind, mittels derer eine Mehrzahl von Teilbildern (11a bis 11e) 20 des Objektes durch eine gegenüber der Mehrzahl der Teilbilder kleinere Anzahl von Bildaufnahmeeinrichtungen im

25

./..

wesentlichen gleichzeitig aufgenommen und mindestens teilweise auf optischem Wege zeitgleich zu einem alle Ansichten zeigenden Gesamtbild (11) zusammengefügt wird, in dem die Grenzen der Teilbilder erkennbar sind.

5 9. Vorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine einzelne Bildaufnahmeeinrichtung (2) vorgesehen ist, relativ zu der das Objekt (1) derart positioniert ist, daß es nur einen Teilbereich ihres durch den Blickwinkel (3) bestimmten Sichtfeldes ausfüllt, und daß in 10 verbleibenden Teilen des Sichtfeldes Strahlumlenkeinrichtungen (5) angeordnet sind, die Seitenansichten (1b) des Objektes auf die Bildaufnahmeeinrichtung abbilden.

10. Vorrichtung nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Mittel zur Strahlumlenkung Prismen (5) 15 oder Spiegel aufweisen, die insbesondere verstellbar sind und/oder gekrümmte Oberflächen haben.

11. Vorrichtung nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Mittel zur Strahlumlenkung eine Lichtleitereinrichtung aufweisen.

20 12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, daß mindestens einem der Mittel zur Strahlumlenkung Mittel (6) zur Änderung des Abbildungsmaßstabes mindestens eines Teilbildes gegenüber mindestens einem anderen Teilbild, insbesondere eine Linsenanordnung, 25 zugeordnet sind.

. / .

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 12, **gekennzeichnet durch** eine Beleuchtungseinrichtung (8a, 8b, 9), die insbesondere eine Lichtstreuseinrichtung (9) zur Erzeugung eines gleichmäßigen Lichtflusses unter dem Objekt (1) aufweist, welche hinter vorstehenden Teilen (1.1) des Objektes angeordnet ist.

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 13, **durch gekennzeichnet**, daß eine ebene Auflagefläche (4) für das Objekt vorgesehen ist und die Mittel (5) zur Strahlumlenkung im wesentlichen derart in der Ebene der Auflagefläche angeordnet sind, daß eine die Prüfung der Koplanarität von mehreren der Auflagefläche zugewandten Teilen (1.1) des Objekts erlaubende Sicht parallel zur Auflagefläche gegeben ist.

15 15. Vorrichtung nach Anspruch 13 oder 14, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Lichtstreuseinrichtung (9) derart unterbrochen ist, daß eine Sicht auf die der bzw. allen Bildaufnahmeeinrichtung/en (2) abgewandte Seite des Objekts (1) ermöglicht wird.

Zusammenfassung

Verfahren zur automatisierten Erfassung und Prüfung von geometrischen und/oder texturellen Merkmalen eines Objektes (1) in verschiedenen Ansichten (1a, 1b), insbesondere in Seitenansichten und einer Draufsicht, unter Nutzung einer optoelektronischen Bildaufnahmeeinrichtung (2) sowie einer Speicher- und Auswertungseinheit (7) zur Bildverarbeitung und Bildauswertung, wobei durch einen Vergleich mit bezüglich der einzelnen Merkmale vorgegebenen Parametern eine Qualitäts- bzw. Zustandsbeurteilung des Objektes erfolgt und wobei eine Mehrzahl von Teilbildern des Objektes mittels einer gegenüber der Mehrzahl der Teilbilder kleineren Anzahl von Bildaufnahmeeinrichtungen sowie von Mitteln zur Strahlumlenkung im wesentlichen gleichzeitig aufgenommen und mindestens teilweise auf optischem Wege zeitgleich zu einem alle Ansichten zeigenden Gesamtbild zusammengefügt wird, in dem die Grenzen der Teilbilder erkennbar sind, und das Gesamtbild zur Prüfung der einzelnen Merkmale in den Grenzen der Teilbilder separat ausgewertet wird.

20

Figur 1

\* \* \* \* \*

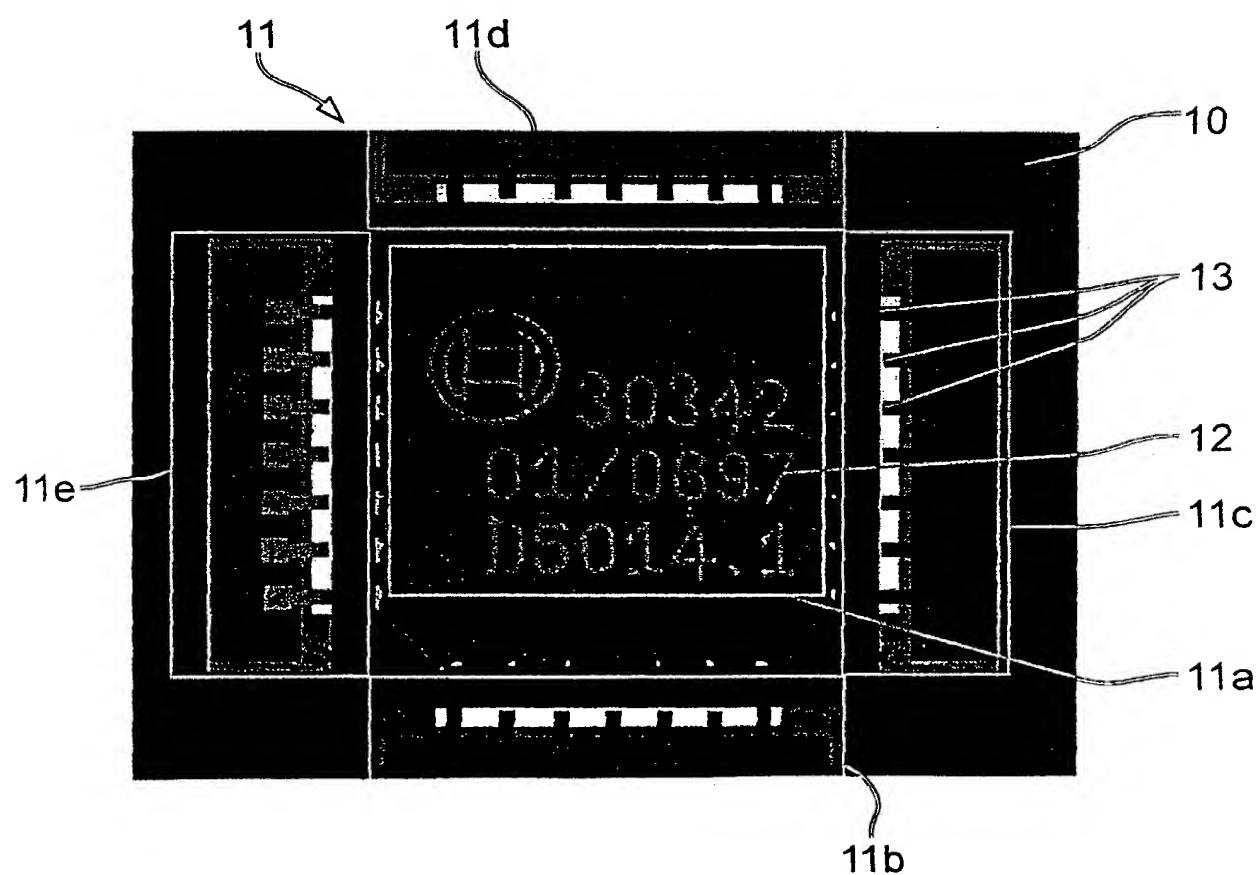
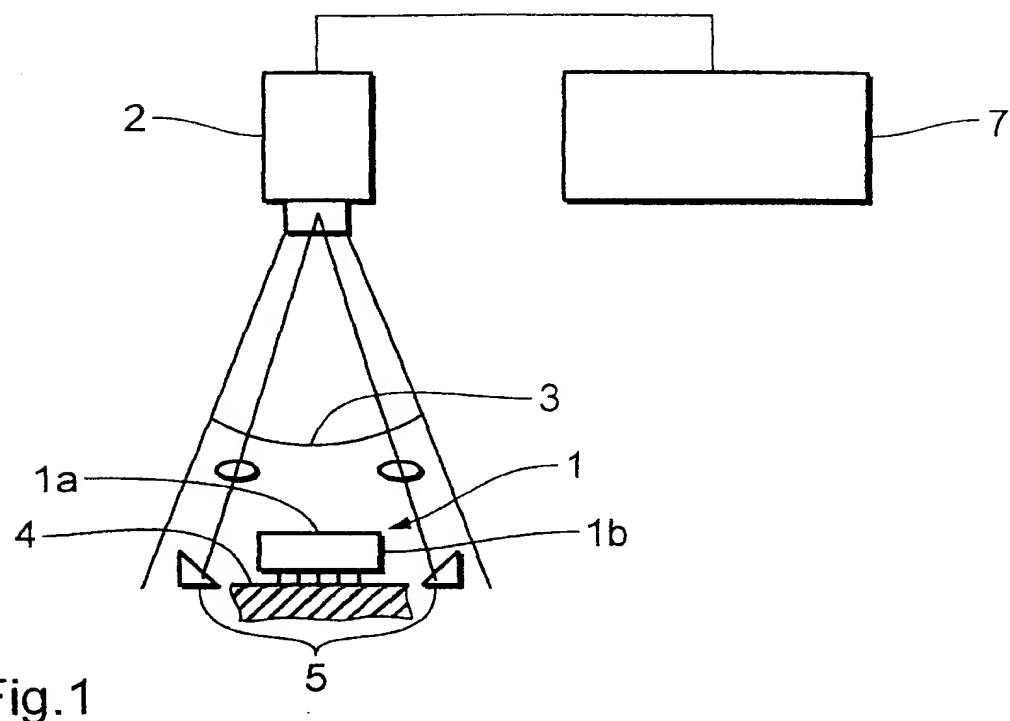


Fig. 2

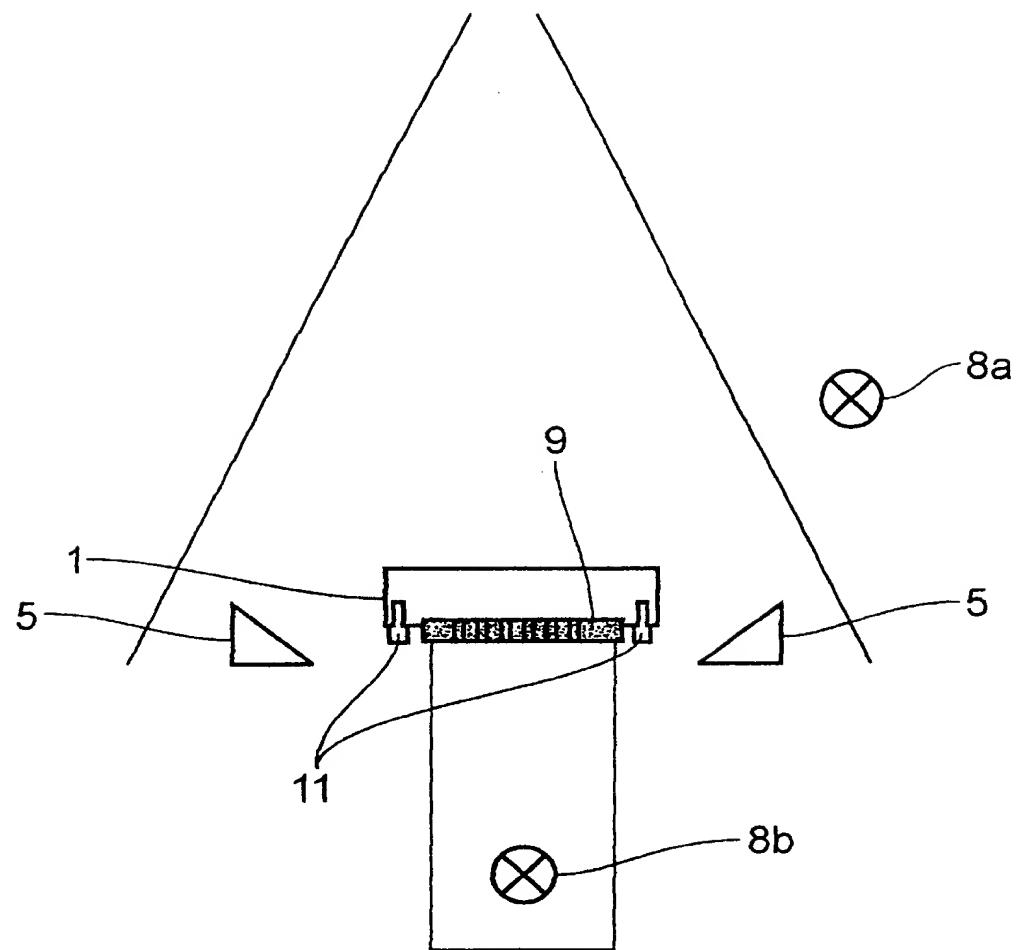


Fig.3

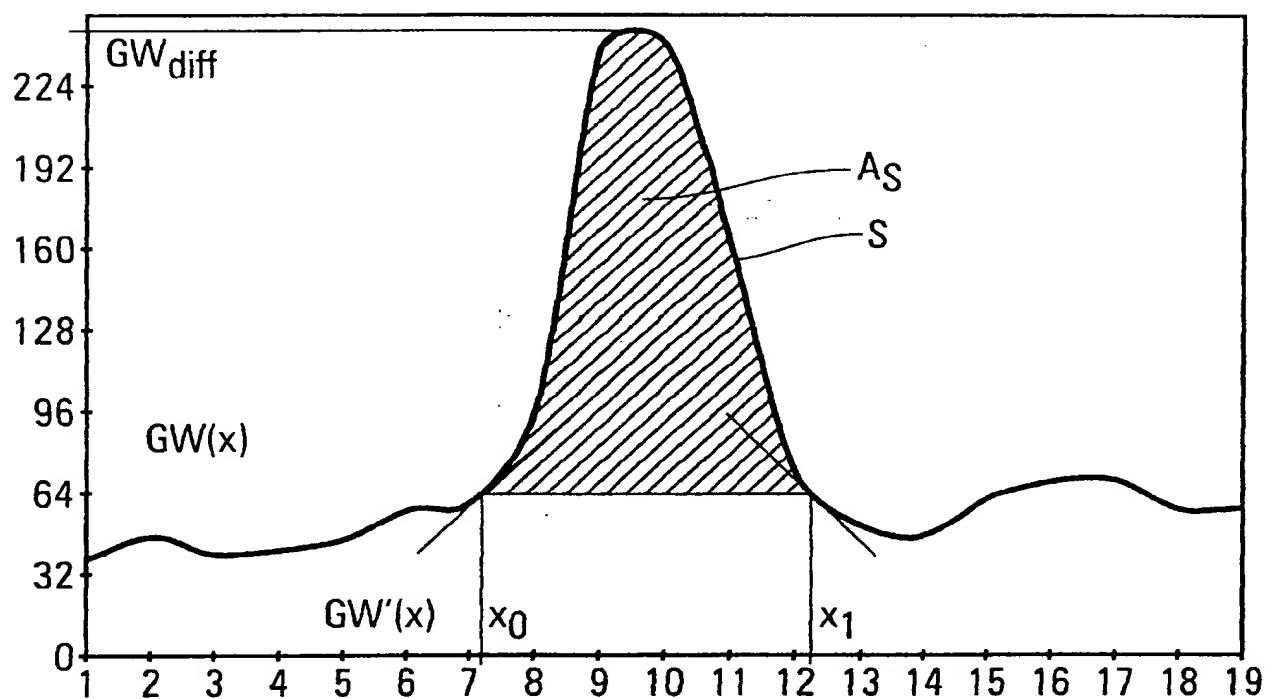


Fig.4